

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора
Лапшина Василия Федоровича на диссертационную работу

Ворона Олега Андреевича

«Методология развития инновационного изотермического
подвижного состава в транспортной системе страны»,

представленную на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальностям 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга
поездов и электрификация; 05.22.01 – Транспортные и транспортно-
технологические системы страны, ее регионов и городов,
организация производства на транспорте

1. Актуальность избранной темы

В настоящее время для железнодорожных перевозок скоропортящихся грузов применяется несколько тысяч специализированных вагонов. Все вагоны представляют собой сложные энергетические системы, в которых работа оборудования, а также элементов регулирования и автоматики, теснейшим образом связана с процессами, происходящими в грузовом помещении (изменение температуры груза, биологическое тепловыделение, образование инея и т.д.) и теплообменом через ограждающие конструкции.

На фоне стабильного роста объемов предъявляемых скоропортящихся грузов прослеживается четкая тенденция сокращения специализированного железнодорожного парка. Причиной тому, на наш взгляд, является не только физический, но и моральный износ подвижного состава, не отвечающего современным требованиям и критериям эффективности логистических и транспортно-технологических решений в сфере организации перевозок скоропортящейся продукции.

Современный рынок транспортно-логистических услуг требует формирования инфраструктуры рефрижераторного (РПС) и изотермического (ИПС) подвижного состава. Несопоставимая с другими странами география перевозок ставит вопросы обеспечения мультимодальности перевозок, развития типологии РПС и ИПС, а также терминальной инфраструктуры обеспечения перевозок скоропортящихся грузов. Все это подтверждает актуальность проблемы совершенствования конструкций и методов эксплуатации железнодорожного подвижного состава, транспортно-технологических процессов организации перевозок, решение которых будет способствовать дальнейшему повышению продовольственной безопасности Российской Федерации.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы основывается на расширенном анализе результатов отечественных и зарубежных исследований с комбинированием аналитических расчетов, компьютерного моделирования, обобщения результатов эксплуатационных испытаний, стендовых и натурных экспериментов в реальных условиях эксплуатации.

Приведенные в диссертации выводы и рекомендации можно считать достаточно обоснованными и логичными, имеющими хорошую доказательную базу.

3. Достоверность полученных результатов

Достоверность полученных результатов теоретических исследований подтверждается удовлетворительным соответствием результатов, полученных аналитически и методами математического моделирования данным, полученными при эксплуатационных, натурных и стендовых испытаниях, выполненных лично автором и другими исследовательскими организациями, а также стендовых испытаний вентиляционно-индукторного генератора, проведенных в рамках исследовательской работы.

Результаты исследований обсуждены на всероссийских и международных научных конференциях. По теме диссертации опубликовано 72 печатные работы, в том числе 23 в журналах из перечня ВАК Минобрнауки России и 4 статьи в журналах, входящих в международную базу цитирования Scopus, 2 монографии и 11 патентов.

4. Научная новизна исследований и полученных результатов, выводов, рекомендаций, сформулированных в диссертации

К наиболее важным положениям и результатам работы, сформулированным в диссертации и обладающими научной новизной, относятся:

- функциональный анализ основных систем рефрижераторного вагона и полученная в виде графа функционального взаимодействия элементов технической системы и окружающей среды структура вагона, позволяющая реализовывать высокоэффективные автономные системы энергоснабжения и энергохолодильное оборудование для востребованных рынком типов ИПС;

- математические модели колебаний и динамические характеристики модернизированной тележки КВЗ-И2 с текстропным приводом от средней части оси подвагонного генератора;

- концепция обогрева грузового помещения для термосопригодных грузов, на основании которой разработана и апробирована математическая модель термообработки штабеля груза в грузовом помещении изотермического вагона, учитывающая естественное гравитационное движение термообработанного теплого воздуха вокруг штабеля груза, которая позволяет реализовать новые транспортно-технологические схемы организации перевозок скоропортящихся грузов;

- математическая модель термообработки штабеля груза с использованием жидкого азота в грузовом помещении вагона-термоса;

- уточненные методики оценки статической нагруженности модернизированной конструкции кузова и динамической нагруженности усовершенствованных частей рефрижераторного подвижного состава.

5. Теоретическая и практическая значимость полученных результатов

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов заключается в следующем:

- сформулированы технические требования к перспективному типу ИПС и его основным функциональным подсистемам (блокам) с учетом передовых дости-

жений в вагоностроении, электро- и холодильном машиностроении, а также сфере информационных технологий;

- разработанный общий алгоритм проектирования позволяет на основе блочно-модульного подхода конструировать основные функциональные блоки изотермических и рефрижераторных вагонов, обеспечивающих специализацию вагонов по набору выполняемых ими функций и с учетом создания и поддержания специальных условий перевозки, необходимых для транспортировки скоропортящихся грузов;

- разработанный типоразмерный ряд специализированного подвижного состава для транспортировки скоропортящихся грузов позволяет реализовать различные типы изотермических и рефрижераторных вагонов с несколькими вариантами организации их энергоснабжения, обеспечивающих развитие технологических решений перевозок;

- предложенное конструктивное устройство и технология работы новой системы обогрева «теплый пол», позволяет обеспечить выполнение специальных требований, предъявляемых к транспортировке термочувствительных скоропортящихся грузов;

- результаты технической проработки и эксплуатационных испытаний опытного образца системы захлаживания грузового помещения с помощью жидкого азота могут быть использованы для модернизации вагонов-термосов с расширенными функциональными возможностями;

- разработанный в рамках диссертационного исследования подвагонный вентиляционно-индукторный генератор может быть положен в основу автономного комплекса энергоснабжения для перспективных рефрижераторных вагонов.

6. Оценка содержания диссертации, её завершенность

Рецензируемая диссертационная работа состоит из введения, основной части, представленной в семи главах, заключения, списка литературы из 250 наименований, и 4 приложений. Общий объем работы 401 страниц, в тексте содержится 131 рисунок и 35 таблиц.

Во введении отмечена актуальность развития инновационного ИПС в транспортной системе страны. Отмечена степень разработанности темы. Сформулированы цель и задачи работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности результатов.

В первой главе выполнен анализ состояния перевозок скоропортящихся грузов (СПГ) в условиях современного рынка транспортных услуг. Выполнена экономическая и организационно-техническая оценка влияния конкурентных видов хладотранспорта – авторефрижераторов и крупнотоннажных рефрижераторных контейнеров. Показано, что создание эффективной конструкции изотермического подвижного состава (ИПС) может быть реализовано путем построения функциональных зависимостей между частями механической системы и факторами транспортной системы, взаимодействующими с ней.

Во второй главе обоснована и разработана структурная блок-схема метода актуализации технических решений, которая состоит из шести блоков, взаимодействующих между собой через систему прямых связей, обеспечивающих реализацию

поставленных в исследовании задач. Предложено функциональное и конструктивное разделение рефрижераторного вагона на отдельные подсистемы, которое позволяет использовать при его конструировании уже разработанные методики, применяемые при проектировании грузовых и пассажирских вагонов, а также элементы поисковых методов конструирования, обеспечивающих получение новых технических решений в части специализации вагона по набору выполняемых им рабочих функций.

Сформулированы критерии и определены приоритеты требований к техническим параметрам функциональных систем ИПС нового поколения.

Третья глава посвящена формированию концептуальных принципов проектирования современного ИПС с учетом требований к инновационности для вновь создаваемого подвижного состава.

Рассмотрена комплексная структура универсального вагона в виде графа функционального взаимодействия элементов исследуемой технической системы. На ее основе предложены методика и общий алгоритм конструирования, отражающий специфические особенности назначения и конструкции специализированных изотермических вагонов, востребованных современным рынком перевозок СПГ.

Общий алгоритм проектирования ИПС формируется на основе блочно-модульного подхода по набору выполняемых им функций при транспортировке СПГ.

Четвертая глава посвящена теоретическим и экспериментальным исследованиям тепловых процессов СПГ в грузовом помещении изотермического вагона. Рассмотрены методы расчета процессов теплопереноса и воздухораспределения при термообработке перевозимых грузов.

Предложена математическая модель термообработки штабеля груза в грузовом помещении изотермического вагона, учитывающая естественное гравитационное движение термообработанного (теплого) воздуха вокруг штабеля груза.

Выполнено численное моделирование термообработки штабеля с помощью нагревательной системы «теплый пол» с использованием пакета ANSYS и расчетной среды ANSYS Workbench. Представлены результаты апробации технических средств и конструктивного исполнения системы обогрева «теплый пол» с новой концепцией обогрева грузового помещения, актуальной для термосопригодных грузов и плодоовощной продукции.

Разработана математическая модель процесса охлаждения штабеля груза азотом, в которой грузовое помещение рассматривается как система циркуляции потока газа, обдувающего штабель груза. Сравнение расчетных температур газа и продукта с данными, полученными в опытных перевозках, показали качественное совпадение результатов. Относительная ошибка моделирования в течение рассматриваемого периода не превышала 10–12 %.

В рамках диссертационной работы были предложены, реализованы и апробированы технические решения систем термостабилизации для отопления и охлаждения грузового помещения изотермического вагона.

В пятой главе представлены материалы по системам энергоснабжения для ИПС. С учетом особенностей развития контейнерных перевозок в современных условиях проанализированы варианты систем энергоснабжения холодильного оборудования, которые могут использоваться для энергоснабжения как отдельных круп-

нотоннажных рефрижераторных контейнеров, так и группы контейнеров, следующих в составе контейнерного поезда. Разработана классификация возможных вариантов систем энергоснабжения.

Рассмотрены возможные варианты систем энергоснабжения, которые могут использоваться для энергоснабжения как одиночных автономного рефрижераторного вагона, так и группового – секций с различным количеством рефрижераторных вагонов, следующих в составе ускоренного рефрижераторного поезда. Для повышения автономности работы рефрижераторного вагона без дозаправки рассмотрена комбинированная энергосиловая установка, в которой для выработки электроэнергии используются дизель-генераторный агрегат и подвагонный генератор. Предложено для перспективного АРВ использовать для комплектования систем энергоснабжения блочно-модульный принцип формирования энергохолодильного оборудования.

Дано обоснование использования новых технических решений для автономной энергоэффективной системы электроснабжения для изотермического подвижного состава. Предложен подход к разработке системы автономного электроснабжения ИПС, позволяющий обеспечить потребности действующих и перспективных систем электрооборудования для различных типов ИПС.

По результатам расчетов и стендовых испытаний сделан вывод о целесообразности использования вентильно-индукторного генератора в составе электротехнического комплекса для электроснабжения изотермического подвижного состава. Показано, что в этом случае можно сократить время работы дизель-генераторной установки рефрижераторного вагона и сэкономить, в зависимости от скоростей движения грузового поезда на маршрутах значительной протяженности, от 30 до 70 % дизельного топлива.

В шестой главе рассмотрены обобщенные конструктивные схемы изотермического подвижного состава для транспортной системы железных дорог России. По результатам комплексной оценки (показатели: прочность кузова, технико-экономические параметры грузового помещения, металлоемкость кузова, *трудоемкость обслуживания*) определены три перспективных конструктивных схемы.

С использованием метода анализа иерархий из трех рассматриваемых вариантов автором был осуществлен выбор рационального на основании поэтапного исследования с использованием следующих критериев: металлоемкость, прочность кузова, *удобство эксплуатации*, полезный объем кузова. Установлено, что исполнение компоновки холодильного оборудования при центральном крышном расположении имеет лучшие показатели.

Разработаны конечно-элементные модели и произведена оценка напряженно-деформированного состояния кузова изотермического вагона от воздействия парожидкостной смеси азота при захолаживании груза в грузовом помещении ИВ. Показано, что при увеличении давления наибольшие напряжения проявляются в элементах дверного проема и на верхней обвязке торцевой стены. Величина предельно допустимого давления в грузовом помещении составляет для порожнего вагона 3000 Па, для груженого – 2500 Па.

Седьмая глава посвящена разработке конструктивных решений ходовых частей инновационного изотермического подвижного состава

По результатам компьютерного моделирования (в программной среде «Универсальный механизм») и экспериментальных исследований ходовых частей грузовых вагонов различного типа рекомендовано:

- для вагонов-термосов, не имеющих энергохолодильного оборудования, использование грузовых тележек 2-го или 3-го типов;
- для рефрижераторных вагонов с энергохолодильным оборудованием целесообразно применение грузопассажирских тележек с возможностью модернизации в части оснащения их генераторно-приводными установками;
- для фитинговых платформ, предназначенных для транспортировки крупнотоннажных рефрижераторных контейнеров в составе контейнерных сцепов использование грузовых тележек 1-го типа с возможностью оснащения их генераторно-приводными установками.

7. Соответствие автореферата диссертации ее содержанию

Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы, содержит достаточную информацию об основных положениях и выводах диссертации, позволяет сделать заключение о научных результатах и научном уровне работы.

Диссертация и автореферат соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-9 2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления» М.: Стандартинформ. – 2012.

8. Соответствие диссертации заявляемым научным специальностям.

Работа соответствует следующим научным специальностям:

- 05.22.07 «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация»: п. 1 «Эксплуатационные характеристики и параметры подвижного состава, повышение их эксплуатационной надежности и работоспособности...», п. 4 «Совершенствование подвижного состава...», п. 5 «Подвижной состав нового поколения...» п. 6 «Оценка динамических и прочностных качеств подвижного состава...»;

- 05.22.01 «Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте»: п. 1 «Транспортные системы и сети страны, их структура, технологии работы», п. 2 «Оптимальная структура подвижного состава», п. 5 «Технологии перевозок различными видами транспорта, мультимодальные перевозки; международные и транзитные перевозки».

9. Замечания.

1. По экспертной оценке приоритетных критериев ИПС:

- на стр. 91. При формировании «приоритетных критериев проектирования вагонов с улучшенными потребительскими качествами» автором использован метод экспертных оценок. Однако автору следовало более подробно остановиться на качественном составе экспертной группы - невозможно оценить уровень компетентности экспертов. При экспертной оценке должна быть полная открытость по экспертам: профессиональный уровень, стаж работы и др. Как распределялись количественно 16 экспертов в заявленных трех группах? Более того, в тексте диссертации не-

корректно записана третья группа экспертов «работники соответствующих департаментов или структурных подразделений МПС». Далее по тексту на стр. 95 следует «После этого опроса прошло около 10 лет». На наш взгляд, следовало конкретно указать дату проведения экспертной оценки.

- стр. 92. По тексту следует «В качестве экспертов выступили ведущие специалисты во всех четырех категориях сформулированных факторов». О каких «категориях факторов» идет речь? Ранее отмечались группы критериев - технические и экономические, группы экспертов - коммерческая, техническая, управленческая, но нигде не говорится о «категориях факторов». Целесообразно было в работе привести опросные анкеты экспертов.

- стр. 93 – «При анализе технических показателей наибольший весовой коэффициент (0,096) – у 4-го показателя ...». Вопрос – почему четвертый показатель? В таблице 2.5 - это 1-й показатель?

- стр. 95. По результатам экспертной оценки автором установлено, что «самым главным и актуальным показателем осталась надежность работы оборудования». Вопрос: как оценивалась надежность предлагаемых в работе технических решений?

2. На стр. 89 – по тексту следует «Для совершенствования конструкций и методов эксплуатации железнодорожного ИПС целесообразно использование метода актуализации технических решений». Однако это единственное упоминание в диссертации про этот метод. Встает вопрос – как этот метод был использован, и какие результаты были получены?

3. На стр. 142 – из текста следует «Для энергоснабжения своих новых рефрижераторных вагонов ОАО «БМЗ-Вагон» предлагает использование ДГА с воздушным охлаждением различной мощности». Насколько мне известно, БМЗ прекратил производство РПС в середине 90-х годов прошлого столетия. А в настоящее время вагоностроительное производство полностью закрыто.

4. На стр. 254 – при выборе рационального решения автор заявляет 4 параметра, один из которых *трудоемкость* обслуживания. Как и каким образом оценивалась трудоемкость обслуживания ХНУ? Однако далее по тексту (стр. 280) этот показатель подменяется *удобством эксплуатации*. Следует пояснить, что это за показатель, как его определить, и насколько правомерно подменять им трудоемкость обслуживания? Следует заметить, что на стр. 292 автор вновь обращается к трудоемкости обслуживания.

5. На стр. 260 – пункт 6.3.1 «Описание программы». На наш взгляд, описание АРМ WinMachine (хорошо известный в научных кругах) не совсем уместно и имеет рекламный характер. Достаточно ссылки на источник в списке литературы.

6. На стр. 391 – в разделе П.3.3.1 ссылка на приказ МПС России № 7 ЦЗ от 25.05.99 г. Однако, в соответствии с Протоколом пятьдесят седьмого заседания Совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества от 16-17.10.2012 г. утверждено и введено в действие с 1 января 2013 г. «Положение о системе технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов, допущенных в обращение на железнодорожные пути общего пользования в международном сообщении», согласно которому срок службы для рефрижераторных вагонов установлен 25 лет, а периодичность деповских ремонтов - 2,5 года (или 150 тыс. км).

7. На стр. 391 – следует объяснить, как была получена экспертная оценка по снижению затрат на деповской ремонт на 22 %, за счет применения на изотермическом вагоне тележки типа КВЗ-И2.

8. Отсутствует подтверждение внедрения результатов научного исследования в учебный процесс.

9. Замечания редакционного характера.

- принимая во внимание специфику оппонируемого исследования, следует отметить излишнюю загруженность текста различными аббревиатурами. Значительная часть страниц содержит от 8 до 14 инициальных аббревиатур, например: ДГА, ИВ, ИПС, РПС, ИВТ, ТС, СПГ, ВИГ, КРК, ГП, НХЦ, ХНУ, АД, ХМ и т.д.

- в автореферате в разделе «Структура и объем диссертации» заявлен список использованных источников из 239 наименований (на самом деле – 250 наименований), общий объем работы 395 страниц (на самом деле – 401 стр.).

- в тексте автореферата (стр. 9) автор отмечает вклад в разработку теоретических основ теплотехнических расчетов G. Beckmann, P.U. Gilli, но в тексте диссертации эти исследователи отсутствуют.

- стр. 85. в табл. 2.2 правильнее было записать «тормозное оборудование», а не «тормоза». Далее, на рис. 2.21, записано верно «тормозное оборудование».

- в тексте диссертации и списке использованных источников имеются редакционные неточности, которые сообщены автору и приняты им к сведению

Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертационной работы и не влияют на теоретические и практические результаты диссертационного исследования. Работа выполнена с применением современных расчетных и экспериментальных методов. Автор успешно, обоснованно и корректно использует опыт, результаты и достижения ведущих научных школ железнодорожной отрасли.

В работе широко и компетентно используются результаты исследований зарубежных ученых и нормативных документов. Среди достоинств работы следует отметить большой объем работ, который выполнил автор при разработке и верификации расчетных моделей.

10. Заключение о соответствии диссертации критериям

«Положения о присуждении ученых степеней»

П.9. Диссертация Ворона Олега Андреевича «Методология развития инновационного изотермического подвижного состава в транспортной системе страны» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения по созданию новых типов и рациональной модернизации существующего изотермического подвижного состава, внедрение которых вносит значительный вклад в повышения продовольственной безопасности страны.

В работе изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения по созданию новых типов и рациональной модернизации существующего изотермического подвижного состава, внедрение которых вносит значительный вклад в повышения продовольственной безопасности страны.

В соответствии с п.10 диссертация написана автором самостоятельно, облада-

свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации приводятся сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов и рекомендации по использованию научных выводов.

В соответствии с п.11 основные научные результаты диссертации достаточно полно отражены в рецензируемых научных изданиях.

В соответствии с п.13. основные научные результаты диссертации отражены в 72 научных публикациях, из них 23 статья – в рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, в 7 из которых он является единственным автором.

В соответствии с п.14 в диссертации содержатся ссылки на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов, а также на результаты научных работ, выполненные лично соискателем ученой степени и в соавторстве.

Таким образом, диссертация Ворона Олега Андреевича соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», а её автор заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальностям: 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация; 05.22.01 – Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте.

Официальный оппонент – Лапшин Василий Федорович

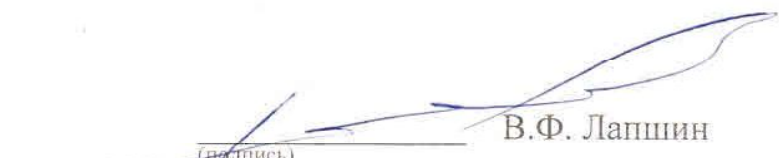
доктор технических наук по специальности
05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация,
профессор кафедры «Вагоны» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения».

Адрес: 620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, д. 66

Телефон: (343) 221-24-28

E-mail: VLapshin@usurt.ru

«17» 03 2022 г.


В.Ф. Лапшин
(подпись)

Подпись заверяю

печать организации

Специалист по кадрам
и социальной работе




О. В. Шварнева